Astr. P.
67p

Digitized by Google

Digitized by Google

VORAUSBERECHNUNG

DER

TOTALEN SONNEN-FINSTERNISS

AM 18. JULI 1860.

VON

ADOLPH HIRSCH.

(Mit 3 Karten.)

(Aus dem Jännerhefte des Jahrganges 1856 der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften [Bd. XIX, S. 195] besonders abgedruckt.)

Digitized by Google

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staatsdruckerei zu Wien. 1856.

Digitized by Google

Vorausberechnung der totalen Sonnen-Finsterniss am 18. Juli 1860.

Von **Adolph Hirsch.**

(Mit III Karten.)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 2. November 1855.)

Das lebhafte Interesse, welches die letzte für einen Theil Europa's totale Sonnenfinsterniss vom Jahre 1851 in den weitesten wissenschaftlichen Kreisen erregt hat, der ungewöhnlich grosse Eifer, mit welchem dieselbe beobachtet worden ist, die mannigfachen Resultate, welche dadurch für die Wissenschaft gewonnen wurden, und andererseits die immer noch bedeutenden Zweifel und Probleme, namentlich über die physische Beschaffenheit der Sonne, welche dieselbe ungelöst der weiteren Beobachtung anderer Finsternisse überlassen hat, rechtfertigen die Erwartung, dass die nächste am 18. Juli 1860 wiederum in Amerika, Europa und Afrika total sichtbare Finsterniss eine wo möglich noch ausgedehntere Beobachtung erfahren werde; zumal da dieselbe auch geeignet wäre, die noch so wenig zahlreichen Ortsbestimmungen im brittischen Nord-Amerika, in Spanien und Algier zu vervollständigen. Es erscheint desshalb wohl zweckmässig, diese Finsterniss bei Zeiten mit entsprechender Genauigkeit astronomisch vorherzubestimmen, und ich übernahm daher auf die freundliche Aufforderung des Herrn Director v. Littrow diese Arbeit, in der Hoffnung, der zu gewärtigenden Beobachtung einen Dienst zu leisten.

Da für 1860 die astronomischen Jahrbücher noch fehlten, so wurden die nöthigen Data für die Sonne aus den Hansen'schen Sonnentafeln von Stunde zu Stunde, und eben so die des Mondes aus den Burkhardt'schen Tafeln berechnet; Parallaxe und Halbmesser des letzteren jedoch nach den von Adams verbesserten Tafeln (siehe Berliner Jahrbuch für 1856 und 1857). Breite und Länge des Mondes wurden dann in Rectascension und Declination verwandelt, sämmtliche Mond-Data für die wahren Zeiten interpolirt und endlich ebenfalls durch Interpolation dieselben für die halben Stunden berechnet. Auf diese Weise wurden folgende Fundamente der Rechnung erhalten.

Digitized by Google

Elemente der Sonnen-Finsterniss

Wahre Par. Zeit $^1/_{15}\,\tau$	Zeitgleichung	AR. des Mondes α'	AR. der Sonne α	Declin. des Mondes δ'
23^h	5' 54"582	116° 5' 3"88	117° 57' 2"69	+22° 2' 28"85
0	54·772	116 42 44·29	117 59 33·42	21 52 54·78
1	54·962	117 20 19·85	118 2 4·13	21 43 11·93
2	55·144	117 57 52·54	118 4 34·71	21 33 19·86
3	55·335	118 35 21·58	118 7 5·43	21 23 19·42
4	55·521	119 12 47·43	118 9 36·08	21 13 9·24
5	55·705	119 50 10·03	118 12 6·68	21 2 51·03
23 30^m	54·677	116 23 54·69	117 58 18·05	21 57 42·91
0 30	54·867	117 1 32·53	118 0 48·81	21 48 4·48
1 30	55·053	117 39 6·60	118 3 19·42	21 38 16·99
2 30	55·239	118 16 37·49	118 5 50·07	21 28 20·77
3 30	55·428	118 54 4·91	118 8 20·75	21 18 15·44
4 30	55·613	119 31 29·14	118 10 51·39	21 8 1·14
5 30	55·798	120 8 50·11	118 13 21·98	20 57 38·91

Darauf wurden, da die Rechnung im Wesentlichen nach der Methode von Gauss geführt werden sollte, wie sie von Ursinus: „De eclipsi solari die 7 Septembri 1820 apparitura secundum methodum geometriae analyticae tractatu, Hafniae 1820" entwickelt ist —

Werthe der

$^1/_{15}\,\tau$	x	$^1/_{15}\,\tau$	$x''-x'$
23^h 30^m	− 5251"91	0^h	+1950"15
0 30	− 3301·76	1	1951·33
1 30	− 1350·43	2	1952·91
2 30	+ 602·48	3	1954·08
3 30	+ 2556·56	4	1955·65
4 30	+ 4512·21	5	1957·24
5 30	+ 6469·45		

Mit Hilfe derselben sind dann diejenigen Grössen, welche constant sind oder vielmehr nur von der Zeit abhängen, für die ganzen Stunden voraus berechnet, und ihre Werthe finden sich in folgenden

Tabellen der Grössen f, $\lg. n$;

$^1/_{15}\,\tau$	f	$\lg. n$	T	η
0^h	343° 46'94	8·57531	32° 53'78	2069"40
1	44·51	8·57566	52·85	2066·87
2	42·57	8·57609	52·35	2066·04
3	39·91	8·57644	52·51	2066·55
4	37·68	8·57687	53·46	2068·35
5	35·24	8·57732	55·14	2071·92

Digitized by Google

am 18. Juli 1860.

Declin. der Sonne δ	Mond-Parallaxe Π	Sonnen-Par. P	Mond-Halbm. ρ	Sonnen-Halbm. r
+20° 58' 24″90	59' 44″24	8″44	16' 18″91	15 45″49
20 57 58·20	45·61	8·44	19·28	45·49
20 57 31·38	46·89	8·44	19·63	45·49
20 57 4·50	48·21	8·44	19·99	45·50
20 56 37·71	49·52	8·44	20·35	45·50
20 56 10·76	50·77	8·44	20·68	45·50
20 55 43·90	52·05	8·44	21·03	45·50
20 58 11·56	44·94	8·44	19·10	45·49
20 57 44·80	46·25	8·44	19·46	45·49
20 57 17·94	47·55	8·44	19·81	45·49
20 56 51·11	48·87	8·44	20·17	45·50
20 56 24·24	50·15	8·44	20·52	45·50
20 55 57·32	51·41	8·44	20·85	45·50
20 55 30·50	52·70	8·44	21·21	45·50

zunächst die Coordinaten des geocentrischen Mondcentrums in Bezug auf den geocentrischen Sonnenort in der Gauss'schen Projections-Ebene, x und y, gesucht und folgender Massen gefunden:

Coordinaten x und y.

$^1/_{15}\,\tau$	y	$^1/_{15}\,\tau$	$y''-y'$
23ʰ 30ᵐ	+3596″98	0ʰ	−567″22
0 30	3029·76	1	569·06
1 30	2460·69	2	570·72
2 30	1889·97	3	572·70
3 30	1317·27	4	574·54
4 30	742·73	5	576·52
5 30	166·21		

Tabellen zusammengestellt, wo die Buchstaben die von Ursinus aufgestellte Bedeutung haben.

T, η; B, lg. b, C, lg. c.

B	lg. b	C	lg. c
129° 6'41	9·64618	354° 3'50	9·98470
11·41	9·64646	2·69	9·98463
15·52	9·64666	2·06	9·68456
20·93	6·64698	1·16	9·98447
25·56	9·64723	0·43	9·98440
30·54	9·64751	353° 59·61	9·98432

Digitized by Google

Um nun bei den späteren Rechnungen, welche zum grössten Theile auf indirecten Annäherungs-Methoden beruhen, die mit der Zeit und dem Orte auf der Erde veränderlichen Grössen nicht erst jedesmal besonders finden zu müssen, so wurden dieselben, nämlich nach der Bezeichnung von Ursinus die Grössen k, g, L und l im voraus berechnet für alle Stunden von 0^h bis 5^h und für alle Breiten von 70° nördlicher bis 15° südlicher, da eine Approximation gezeigt hatte, dass diese beiden Parallelen jedenfalls vom Schatten nicht erreicht werden würden. Die so gefundenen Werthe wurden in Tabellen mit doppeltem Eingange gebracht, wie es Götze vorgeschlagen, indem auch zugleich seine Tafel III (s. „Abriss der praktischen Astronomie von Sawitsch; 2. Band, S. 188) benutzt wurde, um die sphäroidische Gestalt der Erde bei diesen Grössen zu berücksichtigen, wobei die Abplattung zu $^1/_{300}$ angenommen wurde. Wir theilen die Tafeln dieser Grössen wie die der obigen mit, damit die Vorausberechnung der Erscheinung für einen bestimmten Ort, an welchem dieselbe etwa beobachtet werden soll, wenn dieser sich nicht unter den später mitzutheilenden befinden sollte, leichter und schneller geschehen könne.

Tafel der Werthe von g für die Breiten von $+70^\circ$ bis -15° und für die Zeiten von 0^h bis 5^h.

φ	g pro 0^h	Differenz	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h
70°	+1·86952	−11980	+431	+644	+535	+223	−417
69	1·74972	11037	417	616	518	221	386
68	1·63935	10213	403	592	503	220	358
67	1·53722	9499	390	572	489	219	332
66	1·44223	8876	378	554	477	220	307
65	1·35347	8327	366	538	466	221	283
64	1·27020	7836	355	523	456	224	260
63	1·19184	7397	344	509	447	226	238
62	1·11787	7000	335	495	438	228	217
61	1·04787	6651	328	481	429	230	197
60	0·98136	6341	321	468	420	231	178
59	0·91795	6055	316	457	414	233	159
58	0·85740	5792	311	448	410	235	141
57	0·79948	5558	307	442	409	239	123
56	0·74390	5332	303	437	409	246	106
55	0·69048	5148	299	432	409	253	89
54	0·63900	4972	296	429	409	260	72
53	0·58928	4810	293	426	409	266	56
52	0·54118	4660	281	423	409	272	40
51	0·49458	4525	280	420	409	278	26

φ	g pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
50°	+0·44933		+279	+417	+409	+283	— 12
		−4396					
49	0·40537	4277	277	413	409	287	+ 2
48	0·36260	4170	275	409	409	291	15
47	0·32090	4073	273	406	409	295	28
46	0·28017	3983	271	403	409	299	41
45	0·24034	3901	269	400	409	304	54
44	0·20133	3822	267	397	410	309	67
43	0·16311	3752	265	395	410	314	79
42	0·12559	3687	263	393	411	320	91
41	0·08872	3627	261	393	413	326	103
40	0·05245	3570	260	393	416	333	115
39	+0·01675	3518	259	393	418	338	127
38	−0·01843	3472	258	392	420	344	138
37	0·05315	3428	257	392	422	350	149
36	0·08743	3389	256	392	424	356	160
35	0·12132	3355	256	391	426	362	172
34	0·15487	3321	256	392	429	369	183
33	0·18808	3291	257	392	433	375	194
32	0·22099	3266	257	392	436	381	205
31	0·25365	3241	257	393	439	388	216
30	0·28606	3220	257	394	443	395	227
29	0·31826	3201	258	397	446	401	239
28	0·35027	3185	259	399	450	408	250
27	0·38212	3170	260	401	454	415	261
26	0·41382	3160	261	403	458	422	273
25	0·44542	3150	262	405	462	429	284
24	0·47692	3142	263	406	467	437	296
23	0·50834	3139	264	406	472	444	307
22	0·53973	3136	265	407	477	452	318
21	0·57109	3134	266	408	481	459	329
20	0·60243	3133	267	410	486	467	340
19	0·63376	3136	268	412	491	474	352
18	0·66512	3140	269	415	496	482	363
17	0·69652	3146	270	417	501	490	374
16	0·72798	3154	271	419	506	498	385
15	0·75952	3165	272	422	511	506	396
14	0·79117	3177	273	425	517	514	407
13	0·82294	3189	274	429	523	523	418
12	0·85483	3205	276	432	530	532	429
11	0·88688	3222	278	436	536	541	440
10	0·91910	3239	280	440	543	550	452
9	0·95149	3261	282	443	549	559	464
8	0·98410	3283	284	446	556	568	476
7	1·01693	3307	287	450	562	577	488
6	1·05000	3333	290	454	569	586	501
5	1·08333	3361	293	458	576	595	514
4	1·11694	3391	296	463	583	605	527
3	1·15085	3423	299	468	590	615	540
2	1·18508	3456	302	473	597	625	553
1	1·21964	3492	304	477	604	635	566

Digitized by Google

φ	g pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
0°	−1·23456	−3531	+306	+480	+612	+645	+579
— 1	1·28987	3569	308	484	620	655	593
— 2	1·32556	3613	310	489	629	665	607
— 3	1·36169	3657	313	495	637	676	621
— 4	1·39826	3704	316	501	645	687	635
— 5	1·43530	3755	319	507	654	698	649
— 6	1·47285	3808	322	513	663	710	663
— 7	1·51093	3861	326	519	673	723	677
— 8	1·54954	3916	329	525	683	736	692
— 9	1·58870	3978	333	531	693	749	707
—10	1·62848	4040	337	537	704	763	722
—11	1·66888	4108	342	544	714	776	737
—12	1·70996	4179	347	552	724	789	753
—13	1·75175	4251	352	559	735	802	769
—14	1·79426	4327	357	566	746	816	786
—15	−1·83753		+362	+573	+757	+830	+803

Tafel der Werthe von *k* für die Breiten von +70° bis −15° und für die Zeiten von 0h bis 5h.

φ	k pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
70°	+1057·81	−20·50	+3·75	+6·00	+6·78	+6·20	+3·84
69	1037·31	21·42	3·74	5·96	6·73	6·16	3·79
68	1015·89	22·36	3·73	5·93	6·69	6·12	3·74
67	993·53	23·22	3·72	5·90	6·67	6·08	3·69
66	970·31	24·21	3·71	5·86	6·64	6·04	3·64
65	946·10	25·17	3·70	5·83	6·60	5·99	3·58
64	920·93	26·04	3·70	5·81	6·56	5·94	3·52
63	894·89	26·96	3·69	5·78	6·52	5·89	3·46
62	867·93	27·80	3·68	5·76	6·48	5·85	3·40
61	840·13	28·73	3·67	5·75	6·44	5·80	3·34
60	811·40	29·62	3·66	5·73	6·41	5·75	3·28
59	781·78	30·51	3·65	5·71	6·38	5·70	3·22
58	751·27	31·34	3·63	5·69	6·35	5·65	3·16
57	719·93	32·20	3·62	5·65	6·31	5·60	3·10
56	687·73	33·01	3·61	5·61	6·27	5·54	3·04
55	654·72	33·86	3·59	5·58	6·23	5·48	2·98
54	620·86	34·67	3·58	5·55	6·19	5·43	2·92
53	586·19	35·47	3·57	5·53	6·15	5·39	2·86
52	550·72	36·29	3·56	5·52	6·11	5·34	2·80
51	514·43	37·07	3·54	5·50	6·07	5·29	2·73
50	477·36	37·82	3·53	5·48	6·03	5·23	2·66
49	439·54	38·59	3·51	5·45	5·99	5·16	2·59
48	400·95	39·34	3·50	5·42	5·95	5·09	2·52
47	361·61	40·07	3·48	5·38	5·90	5·02	2·44
46	321·54	40·77	3·47	5·36	5·85	4·95	2·36
45	280·77	41·50	3·45	5·32	5·80	4·88	2·28
44	239·27	42·20	3·44	5·27	5·75	4·81	2·20
43	197·07	42·89	3·42	5·22	5·69	4·74	2·12
42	154·18	43·58	3·41	5·18	5·63	4·67	2·03
41	110·60	44·23	3·39	5·14	5·58	4·61	1·94

Digitized by Google

φ	k pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
40	+ 66'37	−44'87	+3'38	+5'10	+5'53	+4'55	+1'85
39	+ 21·50	45·49	3·36	5·07	5·47	4·49	1·76
38	— 23·99	46·09	3·34	5·05	5·40	4·42	1·67
37	70·08	46·73	3·32	5·02	5·34	4·34	1·57
36	116·81	47·29	3·30	4·98	5·28	4·27	1·47
35	164·10	47·90	3·28	4·94	5·22	4·20	1·37
34	212·00	48·44	3·27	4·90	5·16	4·12	1·27
33	260·44	49·00	3·25	4·87	5·10	4·04	1·17
32	309·44	49·52	3·23	4·83	5·04	3·96	1·07
31	358·96	50·02	3·21	4·79	4·98	3·87	0·97
30	408·98	50·53	3·19	4·75	4·93	3·78	0·87
29	459·51	51·00	3·17	4·71	4·86	3·69	0·77
28	510·51	51·48	3·15	4·66	4·79	3·61	0·67
27	561·99	51·91	3·13	4·61	4·72	3·52	0·57
26	613·90	52·37	3·11	4·56	4·65	3·43	0·46
25	666·27	52·80	3·08	4·51	4·58	3·34	0·35
24	719·07	53·18	3·06	4·47	4·51	3·25	0·24
23	772·25	53·58	3·04	4·43	4·45	3·16	0·13
22	825·83	53·96	3·02	4·39	4·39	3·08	+0·02
21	879·79	54·32	3·00	4·35	4·33	2·99	−0·09
20	934·11	56·64	2·98	4·30	4·27	2·91	0·20
19	988·75	54·98	2·96	4·25	4·20	2·82	0·31
18	1043·73	55·27	2·93	4·21	4·13	2·73	0·43
17	1099·00	55·58	2·91	4·16	4·06	2·65	0·55
16	1154·58	55·84	2·89	4·11	3·99	2·56	0·66
15	1210·42	56·10	2·86	4·07	3·92	2·47	0·78
14	1266·52	56·35	2·84	4·02	3·85	2·37	0·89
13	1322·87	56·56	2·82	3·97	3·78	2·27	1·00
12	1379·43	56·77	2·79	3·92	3·70	2·17	1·12
11	1436·20	56·96	2·77	3·87	3·63	2·08	1·24
10	1493·16	57·13	2·75	3·83	3·56	1·99	1·36
9	1550·29	57·29	2·73	3·79	3·49	1·90	1·47
8	1607·58	57·43	2·71	3·74	3·42	1·81	1·59
7	1665·01	57·54	2·68	3·69	3·35	1·72	1·70
6	1722·55	57·65	2·66	3·65	3·28	1·62	1·82
5	1780·20	57·74	2·64	3·60	3·20	1·53	1·93
4	1837·94	57·80	2·62	3·56	3·13	1·43	2·05
3	1895·74	57·86	2·60	3·51	3·06	1·34	2·17
2	1953·60	57·89	2·57	3·46	2·99	1·24	2·28
+ 1	2011·49	57·91	2·55	3·41	2·92	1·15	2·40
0	2069·40	57·91	2·53	3·36	2·85	1·05	2·52
— 1	2127·31	57·89	2·51	3·31	2·78	0·95	2·64
2	2185·20	57·86	2·49	3·26	2·71	0·86	2·76
3	2243·06	57·80	2·46	3·21	2·64	0·76	2·87
4	2300·86	57·74	2·44	3·17	2·57	0·67	2·99
5	2358·60	57·65	2·42	3·12	2·50	0·57	3·11
6	2416·25	57·54	2·40	3·08	2·42	0·48	3·22
7	2473·79	57·43	2·38	3·03	2·35	0·38	3·34
8	2531·22	57·29	2·35	2·98	2·28	0·29	3·45
9	2588·51	57·13	2·33	2·94	2·21	0·20	3·57

Digitized by Google

φ	k pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
−10°	−2645·64	−56·96	+2·31	+2·90	+2·14	+0·11	−3·68
11	2702·60	56·77	2·29	2·85	2·07	+0·02	3·80
12	2759·37	56·56	2·27	2·80	2·00	−0·07	3·92
13	2815·93	56·35	2·24	2·75	1·92	0·17	4·04
14	2872·28	56·10	2·22	2·70	1·85	0·27	4·13
15	2928·38		2·20	2·65	1·78	0·37	4·26

Tafel der Werthe von L für die Breiten von 70° bis −15° und für die Zeiten von 0h bis 5h.

φ	L pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
70°	30°42'52'	+152'	− 96'	−151'	−161'	−110'	− 2'
69	30 45 24	159	96	150	160	109	− 1
68	30 48 3	166	95	150	159	108	0
67	30 50 49	173	95	149	158	106	+ 1
66	30 53 42	180	95	148	157	105	2
65	30 56 42	186	94	147	156	104	4
64	30 59 48	194	94	147	155	102	6
63	31 3 2	200	94	146	154	101	8
62	31 6 22	206	94	145	153	99	10
61	31 9 48	214	93	145	152	98	12
60	31 13 22	220	93	144	150	96	14
59	31 17 2	226	92	143	149	95	16
58	31 20 48	233	92	142	147	94	18
57	31 24 41	239	91	142	146	92	20
56	31 28 40	245	91	141	145	90	23
55	31 32 45	251	90	140	143	88	25
54	31 36 56	258	90	139	142	86	27
53	31 41 14	263	89	138	140	84	29
52	31 45 37	270	89	138	139	82	31
51	31 50 7	275	88	137	138	80	34
50	31 54 42	281	88	136	136	78	37
49	31 59 23	287	87	135	134	76	39
48	32 4 10	292	87	134	133	74	42
47	32 9 2	297	86	133	131	72	44
46	32 13 59	303	86	132	130	70	47
45	32 19 2	308	85	131	128	68	49
44	32 24 10	314	84	130	126	66	52
43	32 29 24	318	84	129	124	64	55
42	32 34 42	324	83	128	123	62	58
41	32 40 6	328	83	127	121	59	61
40	32 45 34	333	82	126	119	56	64
39	32 51 7	338	81	125	117	54	67
38	32 56 45	342	81	124	115	51	70
37	33 2 27	347	80	122	113	49	73
36	33 8 14	352	79	121	111	46	77
35	33 14 6	356	78	120	109	44	80
34	33 20 2	359	78	119	107	41	83
33	33 26 1	364	77	118	105	39	86
32	33 32 5	367·5	76	116	103	36	89
31	33 38 12·5	371·5	76	115	101	33	92

Digitized by Google

φ	L pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
30°	33°44'24'		— 75'	—114'	— 99'	— 30'	+ 96'
29	33 50 40	+376'	74	113	97	28	99
28	33 56 58	378	74	111	95	25	103
27	34 3 20	382	73	110	92	23	107
26	34 9 46	386	72	108	90	20	110
25	34 16 15	389	71	107	88	17	114
24	34 22 47	392	71	106	86	14	117
23	34 29 22	395	70	104	84	11	121
22	34 35 59	397	69	103	82	8	124
21	34 42 40	401	69	101	80	5	128
		403·5					
20	34 49 23·5	405·5	68	100	77	— 2	132
19	34 56 9	408·5	67	99	75	+ 1	135
18	35 2 57·5	410·5	66	97	72	4	139
17	35 9 48	413	65	96	70	7	143
16	35 16 41	415	64	94	68	10	146
15	35 23 36	416	63	93	66	13	150
14	35 30 32	418	63	92	63	16	153
13	35 37 30	420	62	90	61	19	157
12	35 44 30	422	61	89	59	22	161
11	35 51 32	423	60	87	56	25	165
10	35 58 35	424	59	86	54	28	169
9	36 5 39	425·5	58	85	52	31	172
8	36 12 44·5	426·5	57	83	49	34	176
7	36 19 51	427	56	82	46	37	180
6	36 26 58	428·4	55	80	44	41	184
5	36 34 6·4	428·6	54	79	42	44	188
4	36 41 15	429·4	54	78	40	47	192
3	36 48 24·4	429·6	53	76	37	50	196
2	36 55 34	429·6	52	75	35	53	200
+ 1	37 2 43·6	430·4	51	73	32	56	204
0	37 9 54'	430	50	72	30	59	208
— 1	37 17 4	430	49	70	28	62	212
2	37 24 14	429·5	48	69	25	65	216
3	37 31 23·5	429	48	67	23	68	220
4	37 38 32·5	428·5	47	66	20	71	224
5	37 45 41	428·5	46	64	18	74	228
6	37 52 49·5	427	45	63	16	77	232
7	37 59 56·6	426·4	44	61	14	80	236
8	38 7 3	426	44	60	11	83	240
9	38 14 9	424	43	58	8	86	244
10	38 21 13	423	42	57	6	89	247
11	38 28 16	421·5	41	56	4	92	251
12	38 35 17·5	420	40	54	— 1	95	255
13	38 42 17·5	418·5	39	53	+ 1	99	259
14	38 49 16	417·5	38	51	4	102	262
15	38 56 13·5		37	50	6	106	265

Digitized by Google

Tafel der Werthe von lg. *l* für die Breiten von 70° bis 0° und für die Zeiten von 0ʰ bis 5ʰ.

φ	lg. *l* pro 0ʰ	Differenz	1ʰ	2ʰ	3ʰ	4ʰ	5ʰ
70°	4·49827		−28	−60	−89	−124	−161
		+2026					
69	4·51853	1923	·	·	·	·	·
68	4·53776	1829	·	·	·	·	·
67	4·55605	1742	·	·	·	·	·
66	4·57347	1661	·	·	·	·	·
65	4·59008	1587	·	·	·	·	·
64	4·60595	1519	·	·	·	·	·
63	4·62114	1454	·	·	·	·	·
62	4·63568	1394	·	·	·	·	·
61	4·64962	1338	·	·	·	·	·
60	4·66300		−28	−60	−89	−124	−161
		1284					
59	4·67584	1235	·	·	·	·	·
58	4·68819	1188	·	·	·	·	·
57	4·70007	1143	·	·	·	·	·
56	4·71150	1100	·	·	·	·	·
55	4·72250	1061	·	·	·	·	·
54	4·73311	1022	·	·	·	·	·
53	4·74333	985	·	·	·	·	·
52	4·75318	951	·	·	·	·	·
51	4·76269	917	·	·	·	·	·
50	4·77186		−28	−60	−89	−124	−161
		885					
49	4·78071	854	·	·	·	·	·
48	4·78925	825	·	·	·	·	·
47	4·79750	796	·	·	·	·	·
46	4·80546	769	·	·	·	·	·
45	4·81315	742	·	·	·	·	·
44	4·82057	717	·	·	·	·	·
43	4·82774	692	·	·	·	·	·
42	4·83466	668	·	·	·	·	·
41	4·84134	645	·	·	·	·	·
40	4·84779		−28	−60	−89	−124	−161
		623					
39	4·85402	600	·	·	·	·	·
38	4·86002	579	·	·	·	·	·
37	4·86581	559	·	·	·	·	·
36	4·87140	538	·	·	·	·	·
35	4·87678	519	·	·	·	·	·
34	4·88197	499	·	·	·	·	·
33	4·88696	481	·	·	·	·	·
32	4·89177	462	·	·	·	·	·
31	4·89639	444	·	·	·	·	·
30	4·90083		−28	−60	−89	−124	−161
		427					
29	4·90510	409	·	·	·	·	·
28	4·90919	393	·	·	·	·	·
27	4·91312	376	·	·	·	·	·
26	4·91688	359	·	·	·	·	·
25	4·92047	344	·	·	·	·	·
24	4·92391	328	·	·	·	·	·
23	4·92719	312	·	·	·	·	·
22	4·93031	297	·	·	·	·	·
21	4·93328	281	·	·	·	·	·

Digitized by Google

φ	lg. *l* pro 0h	Differenz	1h	2h	3h	4h	5h
20°	4·93609						
		+267	—28	—60	—89	—124	—161
19	4·93876	252	.	.	.	.	.
18	4·94128	238	.	.	.	.	.
17	4·94366	223	.	.	.	.	.
16	4·94589	209	.	.	.	.	.
15	4·94798	195	.	.	.	.	.
14	4·94993	181	.	.	.	.	.
13	4·95174	167	.	.	.	.	.
12	4·95341	153	.	.	.	.	.
11	4·95494	140	.	.	.	.	.
10	4·95634	126	—28	—80	—89	—124	—161
9	4·95760	112	.	.	.	.	.
8	4·95872	99	.	.	.	.	.
7	4·95971	86	.	.	.	.	.
6	4·96057	93	.	.	.	.	.
5	4·96130	59	.	.	.	.	.
4	4·96189	46	.	.	.	.	.
3	4·96235	33	.	.	.	.	.
2	4·96268	19	.	.	.	.	.
1	4·96287	7	.	.	.	.	.
0	4·96294		.	.	.	.	.

Nachdem so die Vorarbeiten erledigt waren, wurden zunächst die allgemeinen Erscheinungen der Finsterniss untersucht; und zwar wurde begonnen mit der Bestimmung von Zeit und Ort des ersten Eintrittes der Erde in den Schatten und ihres Austretens aus demselben, so wie des Anfanges und Endes der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt, und endlich des Ortes, wo die centrale Finsterniss im Mittage gesehen wird. Es ergaben sich dabei folgende Resultate, bei denen sowohl der Einfluss der Erdabplattung, als die Vergrösserung des Mondhalbmessers berücksichtigt sind:

	Geographische Breite	Östliche Länge von Paris	Wahre Pariser Zeit	Wahre Ortszeit
Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt	34° 31′7	255° 24′4	23h 57m23	16h 58m85
Anfang der centralen Verfinsterung	45 49·2	231 38·5	1 0·58	16 27·15
Centrale Verfinsterung im Meridiane	56 17·4	327 4·9	2 11·68	0 0·0
Ende der centralen Verfinsterung	16 12·0	37 9·3	3 56·90	6 25·52
Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt . .	4 25·8	16 46·7	4 59·68	6 6·79

Digitized by Google

Während also die beiden Punkte, mit welchen die Erde zuerst in den Halbschatten des Mondes eintritt und zuletzt denselben verlässt, jener in Mexico zwischen dem Rio Grande del Norte und dem rothen Flusse, südöstlich von Santa Fe, dieser auf der unbekannten Hochebene Inner-Afrika's südlich von den Mendify-Bergen auf der Linie liegt, welche die Stadt Kouka am Tsad-See mit Missel bei dem Zamba-See verbindet, beginnt die Centrallinie von Sonne und Mond ihren Weg auf der Oberfläche der Erde in einem Punkte des nördlichen stillen Oceans an der Westküste Nord-Amerika's gegenüber der Mündung des Columbia-Flusses und beendet ihn an der Westküste des rothen Meeres bei dem Orte Massaua in Abyssinien; und der Ort endlich, für welche beide Gestirne in demselben Augenblicke und in gleicher Höhe culminiren, ist in dem nördlichen atlantischen Ocean, südöstlich von Cap Statenhuk im Meridian der Azoren-Insel Corvo zu suchen. —

Um dann die Curven zu finden, welche das Gebiet des Kern- und Halbschattens auf der Erde begrenzen, so wie auch den Weg, den die Axe des Schattenkegels beschreibt, zu bestimmen, wurde in Breite von 2 zu 2 Grad fortgegangen und für jeden Parallel die zugehörige Länge und die entsprechende Zeit gefunden. Für die letztgenannte Curve der Centralität wurde zunächst mit den Constanten für 2^h gerechnet und, nachdem so die Pariser Zeiten annähernd gefunden waren, mit den Constanten, wie sie für diese gelten, die Rechnung noch einmal durchgeführt. Um zu zeigen, wie weit die erste Annäherung von der zweiten abweicht, geben wir die Resultate beider Rechnungen in folgenden Tafeln zusammengestellt.

Curve der Centralität.

Erste Näherung				Zweite Näherung			
Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Par. λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Par. λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
45°49'2	231°38'5	16h27m15	1h 0m58	45°49'2	231°38'5	16h27m15	1h 0m58
46	232 1·5	16 29·00	1 0·91	46	232 0·7	16 28·96	1 0·91
48	236 56·2	16 49·01	1 1·27	48	236 55·1	16 48·95	1 1·35
50	242 8·5	17 10·84	1 2·27	50	242 7·1	17 10·76	1 2·29
52	247 47·2	17 35·18	1 4·03	52	247 45·45	17 35·07	1 4·04
54	254 6·2	18 3·12	1 6·71	54	254 4·3	18 3·00	1 6·71
56	261 31·3	18 36·72	1 10·63	56	261 29·0	18 36·57	1 10·44
58	271 6·85	19 21·15	1 16·69	58	271 3·3	19 20·90	1 16·68
60	288 40·2	20 44·67	1 29·99	60	288 29·2	20 43·81	1 29·86

Digitized by Google

Erste Näherung				Zweite Näherung			
Geograph. Breite φ	Östl. Länge v. Par. λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östl. Länge v. Par. λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
60°17′	296°29′4	21ʰ22ᵐ97	1ʰ37ᵐ07	60°17′	296°33′05	21ʰ23ᵐ07	1ʰ36ᵐ87
60°	304 16·1	22 1·27	1 44·19	60	304 23·4	22 1·89	1 44·33
58	320 33·6	23 24·79	2 2·55	58	320 33·45	23 24·78	2 2·55
56°17′4	327 4·9	0 0·0	2 11·68	60°17′4	327 4·9	0 0·00	2 11·68
56°	328 48·7	0 9·21	2 13·97	56	328 48·0	0 9·15	2 13·95
54	334 49·4	0 42·81	2 23·52	54	334 49·15	0 42·70	2 23·43
52	339 39·7	1 10·75	2 32·11	52	339 37·7	1 10·57	2 32·06
50	343 45·8	1 35·10	2 40·04	50	343 43·15	1 34·85	2 39·98
48	347 21·4	1 56·92	2 47·49	48	347 18·15	1 56·62	2 47·41
46	350 35·7	2 16·93	2 54·55	46	350 32·0	2 16·58	2 54·13
44	353 36·4	2 35·58	3 1·15	44	353 30·75	2 35·19	3 1·14
42	356 23·5	2 53·20	3 7·63	42	356 18·9	2 52·79	3 7·52
40	359 5·0	3 10·03	3 13·70	40	359 0·0	3 9·59	3 13·59
38	1 42·3	3 26·29	3 19·47	38	1 36·8	3 25·82	3 19·30
36	4 17·9	3 42·13	3 24·93	36	4 12·05	3 41·63	3 24·83
34	6 54·35	3 57·70	3 30·08	34	6 47·8	3 57·19	3 29·97
32	9 33·5	4 13·11	3 34·88	32	9 26·4	4 12·54	3 34·78
30	12 17·8	4 28·51	3 39·33	30	12 9·85	4 27·90	3 39·24
28	15 9·3	4 44·00	3 43·38	28	15 1·2	4 43·37	3 43·29
26	18 10·8	4 59·73	3 47·01	26	18 1·8	4 59·06	3 46·94
24	21 23·6	5 15·85	3 50·27	24	21 15·45	5 15·00	3 50·10
22	24 56·0	5 32·52	3 52·79	22	24 45·25	5 31·76	3 52·74
20	28 47·7	5 49·96	3 54·78	20	28 35·9	5 49·16	3 54·76
18	33 6·2	6 8·46	3 56·05	18	32 53·0	6 7·60	3 56·07
16°12′	37 9·3	6 25·53	3 56·90	16°12′	37° 9′3	6 25·53	3 56·90

Auf dieselbe Weise wurde dann mit der südlichen und nördlichen Grenzcurve des Kernschattens verfahren, wo aber bei der zweiten Annäherung auch auf die Vergrösserung des Mond-Halbmessers für die einzelnen Breiten Rücksicht genommen wurde. Da bei der inneren Berührung der Ränder der Gestirne die Distanz ihrer Mittelpunkte eine kleine Grösse ist, so wird sie durch diese Wirkung der Parallaxe im Mondhalbmesser bedeutend afficirt und so kommt es, dass die Resultate der ersten und zweiten Näherung wesentlich differiren, so dass, wenn diese allgemeinen Rechnungen z. B. dazu benutzt werden sollen, für einen bestimmten Ort vorher zu entscheiden, ob er innerhalb der Grenzen der totalen Verfinsterung liegt, diese Correction des Mond-Halbmessers nicht vernachlässigt werden darf.

Digitized by Google

Südliche Grenze der Zone der totalen Finsterniss.

Erste Näherung				Zweite Näherung			
Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
44°	229°16'5	16ʰ17ᵐ45	1ʰ 0ᵐ35	44°	229°12'3	16ʰ17ᵐ20	1ʰ 0ᵐ38
46	234 3·45	16 36·51	1 0·28	46	234 3·15	16 36·49	1 0·28
48	239 3·6	16 57·06	1 0·82	48	239 7·4	16 57·31	1 0·81
50	244 23·4	17 19·61	1 2·05	50	244 34·3	17 20·33	1 2·04
52	250 13·2	17 44·96	1 4·08	52	250 27·6	17 45·93	1 4·09
54	256 49·1	18 14·4	1 7·13	54	257 12·3	18 16·03	1 7·21
56	264 44·4	18 50·6	1 11·64	56	265 20·8	18 53·25	1 11·87
58	275 32·9	19 41·15	1 18·96	58	276 41·0	19 46·25	1 19·62
59 33'24	296 38·0	21 22·97	1 36·43	59 24'3	296 40·7	21 23·07	1 36·36
58	316 44·0	23 4·78	1 57·85	58	315 3·5	22 56·05	1 55·81
56	226 12·05	23 55·33	2 10·53	56	325 4·7	23 49·36	2 9·05
54	332 42·9	0 31·53	2 20·67	54	331 47·75	0 26·60	2 19·42
52	337 50·2	1 0·97	2 29·63	52	336 53·3	0 55·87	2 28·32
50	342 14·0	1 26·93	2 37·99	50	341 23·6	1 22·41	2 36·84
48	345 50·5	1 48·87	2 45·51	48	345 9·85	1 45·25	2 44·60
46	349 10·2	2 9·43	2 52·75	46	348 31·8	2 6·03	2 51·94
44	352 13·15	2 28·49	2 59·61	44	351 36·65	2 25·29	2 58·84
42	355 4·25	2 46·43	3 6·15	42	354 29·55	2 43·42	3 5·45
40	357 47·5	3 3·52	3 12·35	40	357 14·1	3 0·67	3 11·73
38	0 25·8	3 19·98	3 18·26	38	359 53·55	3 17·28	3 17·71
36	3 1·7	3 35·96	3 23·85	36	2 30·6	3 33·41	3 23·37
34	5 37·85	3 51·64	3 29·12	34	5 7·6	3 49·21	3 28·70
32	8 16·0	4 7·12	3 34·05	32	7 46·7	4 4·81	3 33·69
30	10 58·8	4 22·55	3 38·63	30	10 30·3	4 20·35	3 38·33
28	13 48·0	4 38·02	3 42·82	28	13 20·85	4 35·97	3 42·58
26	16 46·45	4 53·69	3 46·60	26	16 20·4	4 51·77	3 46·41
24	19 57·0	5 9·71	3 49·91	24	19 34·75	5 7·89	3 49·58
22	23 22·1	5 26·18	3 52·71	22	22 58·6	5 24·55	3 52·64
20	27 7·6	5 43·41	3 54·91	20	26 45·4	5 41·91	3 54·89
18	31 17·4	6 1·57	3 56·41	18	30 57·95	6 0·30	3 56·44
16	35 59·4	6 21·05	3 57·09	16	35 42·3	6 19·97	3 57·15

Nördliche Grenze der Zone der totalen Finsterniss

46°	229°59'4	16ʰ21ᵐ57	1ʰ 1ᵐ61	46°	229°59'05	16ʰ21ᵐ55	1ʰ 1ᵐ62
48	234 49·3	16 41·80	1 1·79	48	234 46·3	16 40·89	1 1·80
50	239 54·7	17 2·60	1 2·59	50	239 46·5	17 1·73	1 2·63
52	245 23·6	17 25·67	1 4·10	52	245 9·5	17 24·75	1 4·12
54	251 27·7	17 52·29	1 6·44	54	251 6·65	17 50·87	1 6·42
56	258 27·8	18 23·73	1 9·95	56	257 56·5	18 1·55	1 9·78
58	267 11·1	19 3·75	1 15·01	58	266 21·4	19 0·15	1 14·72
60	280 9·4	20 5·01	1 24·39	60	278 30·3	19 57·05	1 23·03
60 52'8	296 25·95	21 22·97	1 37·24	61 6'3	296 24·95	21 23·07	1 37·40
60	312 0·8	22 40·92	1 52·87	60	314 7·9	22 51·35	1 54·82
58	323 52·9	23 42·18	2 6·65	58	325 5·2	23 48·49	2 8·14
56	331 15·7	0 22·20	2 17·15	56	332 12·1	0 27·17	2 18·37
54	336 51·4	0 53·65	2 26·22	54	337 39·0	0 57·84	2 27·24
52	341 26·85	1 20·26	2 34·47	52	342 8·1	1 23·90	2 35·36
50	345 23·0	1 43·69	2 42·16	50	345 59·7	1 46·91	2 42·93
48	348 51·8	2 4·85	2 49·40	48	349 24·75	2 7·72	2 50·07
46	352 1·3	2 24·36	2 56·27	46	352 33·85	2 27·15	2 56·90
44	354 57·0	2 42·62	3 2·82	44	355 24·1	2 44·91	3 3·31

Digitized by Google

Erste Näherung				Zweite Näherung			
Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
42°	357°42'9	2ʰ59ᵐ94	3ʰ 9ᵐ08	42°	358° 8·1	3ʰ 2ᵐ01	3ʰ 9ᵐ47
40	0 23·1	3 16·53	3 14·99	40	0 46·4	3 18·43	3 15·34
38	2 59·65	3 32·61	3 20·64	38	3 20·45	3 34·28	3 20·92
36	5 35·1	3 48·31	3 25·97	36	5 51·6	3 49·59	3 26·15
34	8 12·05	4 3·79	3 30·98	34	8 28·7	4 5·06	3 31·15
32	10 51·65	4 19·93	3 35·65	32	11 6·9	4 20·23	3 35·77
30	13 38·4	4 34·53	3 39·97	30	13 50·6	4 35·40	3 40·03
28	16 32·4	4 50·04	3 43·88	28	16 42·6	4 50·75	3 43·91
26	19 37·15	5 5·84	3 47·30	26	19 44·9	5 6·35	3 47·36
24	22 56·0	5 22·80	3 50·35	24	23 0·45	5 22·35	3 50·32
22	26 32·3	5 38·94	3 52·79	22	26 33·2	5 38·96	3 52·75
20	30 31·2	5 56·65	3 54·57	20	30 28·1	5 56·41	3 54·54
18	34 59·4	6 15·54	3 55·58	18	34 51·0	6 14·99	3 55·59

Ebenso wurde bei der Berechnung der südlichen Grenze des Halbschattens in der zweiten Annäherung sowohl auf die Veränderung der Grössen k, g, L und l mit der Zeit, als auf die Vergrösserung des Mond-Halbmessers Rücksicht genommen u. so ergaben sich folgende Resultate:

Südliche Grenze der Finsterniss.

Erste Näherung				Zweite Näherung			
Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östl. Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
20°	263°10'0	18ʰ17ᵐ64	0ʰ44ᵐ97	20°	263°28'9	18ʰ18ᵐ97	0ʰ45ᵐ04
22	269 8·6	18 44·53	0 47·82	22	269 35·7	18 46·55	0 48·17
24	275 57·05	19 16·94	0 53·14	24	276 36·3	19 20·06	0 53·64
26	284 40·3	20 1·38	1 2·69	26	285 49·3	20 7·41	1 4·12
27 26'	299 10·8	21 22·97	1 26·25	27 11'	299 12·48	21 23·12	1 26·29
26	312 7·1	22 44·55	1 56·08	26	310 41·55	22 35·24	1 52·47
24	318 37·45	23 28·99	2 14·50	24	317 42·2	23 22·82	2 12·01
22	323 10·8	0 1·41	2 28·69	22	322 25·9	23 56·35	2 26·63
20	327 0·6	0 28·29	2 40·25	20	326 12·7	0 23·85	2 39·01
18	330 5·1	0 51·88	2 51·54	18	329 28·5	0 47·85	2 49·95
16	332 59·5	1 13·25	3 1·29	16	332 25·05	1 9·54	2 59·86
14	335 41·8	1 32·97	3 10·18	14	335 9·5	1 29·57	3 8·93
12	338 18·6	1 51·67	3 18·43	12	337 46·9	1 48·42	3 17·29
10	340 51·0	2 9·43	3 26·03	10	340 20·3	2 6·37	3 25·02
8	343 22·4	2 26·55	3 33·05	8	342 52·3	2 23·63	3 32·15
6	346 0·0	2 43·19	3 39·19	6	345 25·3	2 40·41	3 38·73
4	348 30·5	2 59·51	3 45·48	4	348 1·5	2 56·87	3 44·77
2	351 11·25	3 15·65	3 50·90	2	350 42·55	3 13·13	3 50·30
0	353 58·7	3 31·73	3 55·81	0	353 30·3	3 29·32	3 55·30
— 2	356 54·9	3 47·87	4 0·21	— 2	356 26·9	3 45·57	3 59·78
— 4	0 1·8	4 4·17	4 4·05	— 4	359 34·2	4 2·00	4 3·72
— 6	3 21·5	4 20·79	4 7·35	— 6	2 54·86	4 18·73	4 7·10
— 8	6 56·85	4 37·85	4 10·06	— 8	6 31·2	4 35·96	4 9·88
—10	10 51·2	4 55·54	4 12·13	—10	10 26·5	4 53·79	4 12·03
—12	15 8·9	5 14·10	4 13·51	—12	14 45·56	5 12·51	4 13·47
—14	19 55·2	5 33·77	4 14·09	—14	19 33·95	5 32·39	4 14·13
—16	25 18·6	5 55·02	4 13·78	—16	24 59·8	5 53·85	4 13·86

Digitized by Google

Um die Begrenzung des Verfinsterungs-Gebietes auf der Erde zu vollenden, mussten nun noch die östliche und westliche Grenz-Curve berechnet werden, d. h. die Curven derjenigen Orte, welche den Anfang der Finsterniss bei untergehender Sonne, und derjenigen, welche das Ende bei aufgehender Sonne sehen. Der Vollständigkeit halber wurden auch diejenigen Orte bestimmt, welche das Ende der Finsterniss bei untergehender, und den Anfang derselben bei aufgehender Sonne sehen, da die Curven dieser Orte zwar in das Gebiet des Schattens fallen, aber doch insoferne Grenz-Curven sind, als sie

Östliche

Ost-Grenze des Schattengebietes. Anfang der Finsterniss bei untergehender Sonne				Curve der Orte, welche gehender	
Geograph. Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geograph. Breite φ	Östliche Länge von Paris λ
—14°22′	20°50′62	5ʰ37ᵐ48	4ʰ14ᵐ11	—14°22′	20°50′62
—14	23 14·6	5 38·09	4 5·11	—14	20 59·8
—12	27 28·65	5 41·33	3 51·42	—12	21 50·8
—10	30 13·6	5 44·51	3 43·61	—10	22 43·2
— 8	32 30·45	5 47·66	3 37·63	— 8	23 37·35
— 6	34 31·6	5 50·77	3 32·67	— 6	24 33·0
— 4	36 22·5	5 53·86	3 28·36	— 4	25 30·5
— 2	38 6·15	5 56·93	3 24·52	— 2	26 29·9
0	39 44·3	6 0·00	3 21·05	0	27 31·3
+ 2	41 18·4	6 3·07	3 17·84	+ 2	28 34·9
4	42 49·15	6 6·14	3 14·86	4	29 40·6
6	44 13·0	6 9·23	3 12·36	6	30 48·7
8	45 43·75	6 12·34	3 9·42	8	31 59·15
10	47 8·7	6 15·49	3 6·91	10	33 12·08
12	48 32·6	6 18·67	3 4·50	12	34 27·7
14	49 55·9	6 21·91	3 2·19	14	35 46·1
16	51 19·0	6 25·21	2 59·95	16	37 7·3
18	52 42·2	6 28·59	2 57·77	18	38 31·5
20	54 5·9	6 32·05	2 55·65	20	39 58·9
22	55 30·15	6 35·60	2 53·59	22	41 29·45
24	56 55·75	6 39·26	2 51·54	24	43 3·65
26	58 22·85	6 43·05	2 49·53	26	44 41·5
28	59 51·95	6 46·99	2 47·52	28	46 23·4
30	61 23·3	6 51·09	2 45·53	30	48 9·4
32	62 57·5	6 55·37	2 43·54	32	50 0·0
34	64 35·0	6 59·93	2 41·53	34	51 55·4
36	66 16·5	7 4·61	2 39·51	36	53 56·2
38	68 2·65	7 9·63	2 37·45	38	56 2·85
40	69 54·15	7 14·96	2 35·35	40	58 15·9
42	71 52·15	7 20·67	2 33·19	42	60 36·25
44	73 57·8	7 26·80	2 30·95	44	63 4·8
46	76 12·3	7 33·43	2 28·61	46	65 42·5
48	78 37·7	7 40·66	2 26·15	48	68 31·1
50	81 15·9	7 48·60	2 23·54	50	71 32·2

Digitized by Google

den Theil der Erde nach Ost und West begrenzen, welcher die Finsterniss vollständig sieht, d. h. ohne dass ein Theil derselben sich vollzieht, ehe die Sonne auf-, oder nachdem sie untergegangen ist. Endlich wurde auch noch die Curve derjenigen Orte gefunden, welche die grösste Phase im Horizonte sehen, weil diese offenbar die Zone der totalen Finsterniss nach Osten und Westen begrenzt. Die Resultate dieser Rechnungen, bei denen übrigens bei der ersten Näherung stehen geblieben wurde, sind in folgenden Tafeln zusammengestellt.

Grenzcurven.

die grösste Phase bei untergehender Sonne sehen		Curve der Orte, welche das Ende der Finsterniss bei untergehender Sonne sehen			
Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ	Geographische Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Par. Zeit τ
5h 37m48	4h 14m11	—14°22′	20°50′62	5h 37m48	4h 14m11
5 38·09	4 14·10	—14	18 45·0	5 38·09	4 23·09
5 41·33	4 13·94	—12	16 12·95	5 41·33	4 36·46
5 44·51	4 13·63	—10	15 12·8	5 44·51	4 43·66
5 47·66	4 13·17	— 8	14 44·25	5 47·66	4 48·71
5 50·77	4 12·57	— 6	14 34·4	5 50·77	4 52·48
5 53·86	4 11·83	— 4	14 38·5	5 53·86	4 55·29
5 56·93	4 10·94	— 2	14 53·65	5 56·93	4 57·36
6 0·00	4 9·91	0	15 18·3	6 0·00	4 58·78
6 3·07	4 8·74	+ 2	15 51·4	6 3·07	4 59·64
6 6·14	4 7·43	4	16 32·05	6 6·14	5 0·00
6 9·23	4 5·98	6	17 24·4	6 9·23	4 59·60
6 12·34	4 4·40	8	18 14·55	6 12·34	4 59·37
6 15·44	4 2·68	10	19 15·5	6 15·44	4 58·45
6 18·67	4 0·83	12	20 22·8	6 18·67	4 57·15
6 21·91	3 58·84	14	21 36·3	6 21·91	4 55·49
6 25·21	3 56·93	16	22 55·6	6 25·21	4 53·51
6 28·59	3 54·49	18	24 20·8	6 28·59	4 51·20
6 32·05	3 52·12	20	25 51·9	6 32·05	4 48·59
6 35·60	3 49·63	22	27 28·75	6 35·60	4 45·48
6 39·26	3 47·02	24	29 11·55	6 39·26	4 42·49
6 43·05	3 44·29	26	31 0·15	6 43·05	4 39·04
6 46·99	3 41·43	28	32 54·85	6 46·99	4 35·33
6 51·09	3 38·46	30	34 55·5	6 51·09	4 31·39
6 55·37	3 35·37	32	37 2·5	6 55·37	4 27·21
6 59·93	3 32·17	34	39 15·8	6 59·93	4 22·81
7 4·61	3 28·86	36	41 35·9	7 4·61	4 18·21
7 9·63	3 25·44	38	44 3·05	7 9·63	4 13·42
7 14·96	3 21·90	40	46 37·65	7 14·96	4 8·45
7 20·67	3 18·25	42	49 20·35	7 20·67	4 3·31
7 26·80	3 14·48	44	52 11·8	7 26·80	3 58·01
7 33·43	3 10·60	46	55 12·7	7 33·43	3 52·59
7 40·66	3 6·59	48	58 24·5	7 40·66	3 47·09
7 48·60	3 2·45	50	61 48·5	7 48·60	3 41·37

Digitized by Google

Ost-Grenze des Schattengebietes. Anfang der Finsterniss bei untergehender Sonne				Curve der Orte, welche gehender	
Geograph. Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ	Geographische Breite φ	Östliche Länge von Paris λ
52°	84° 9'6	7h 57m38	2h 20m74	52°	74°48'0
54	87 22·65	8 7·21	2 17·70	54	78 22·0
56	90 59·7	8 18·35	2 14·37	56	82 18·1
58	95 7·5	8 31·15	2 10·65	58	86 42·5
60	99 55·0	8 46·17	2 6·51	60	91 43·15
62	105 40·55	9 4·25	2 1·55	62	97 37·3
64	112 47·7	9 26·89	1 55·71	64	104 47·0
66	122 14·15	9 57·26	1 48·32	66	114 7·05
68	137 2·32	10 45·53	1 37·31	68	128 31·72
69	154 39·1	11 43·60	1 24·99	69	145 29·0
69 3'	159 36·95	12 0·00	1 21·54	69 3'	150 14·15

Westliche

West-Grenze des Schattengebietes. Ende der Finsterniss bei aufgehender Sonne				Curve der Orte, welche gehender	
Geograph. Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ	Geographische Breite φ	Östliche Länge von Paris λ
16°10'	252°51'7	17h 34m51	0h 43m06	16°10'	252°51'7
18	247 4·7	17 31·41	1 3·10	18	252 3·5
20	244 2·5	17 27·95	1 11·79	20	251 7·3
22	241 33·25	17 24·40	1 18·19	22	250 7·55
24	239 19·5	17 20·74	1 23·44	24	249 3·8
26	237 14·7	17 16·95	1 27·97	26	247 55·8
28	235 15·5	17 13·01	1 31·98	28	246 43·5
30	233 19·4	17 8·91	1 35·62	30	245 26·45
32	231 26·45	17 4·63	1 38·86	32	244 4·25
34	229 30·65	17 0·13	1 42·09	34	242 36·65
36	227 35·5	16 55·39	1 45·01	36	241 3·0
38	225 38·5	16 50·37	1 47·80	38	239 22·7
40	223 38·6	16 45·40	1 50·47	40	237 35·4
42	221 34·6	16 39·33	1 53·01	42	235 40·0
44	219 25·5	16 33·20	1 55·50	44	233 35·8
46	217 9·8	16 26·57	1 57·91	46	231 21·5
48	214 46·0	16 19·34	2 0·27	48	228 55·7
50	212 11·8	16 11·40	2 2·61	50	226 16·3
52	209 25·2	16 2·62	2 4·94	52	223 21·4
54	206 22·7	15 52·79	2 7·27	54	220 7·4
56	203 0·2	15 41·65	2 9·64	56	216 30·4
58	199 11·65	15 28·85	2 12·07	58	212 24·05
60	194 47·2	15 13·83	2 14·68	60	207 38·4
62	189 36·45	14 55·75	2 17·32	62	202 2·55
64	183 11·65	14 33·11	2 20·33	64	195 7·95
66	174 43·1	14 2·74	2 23·87	66	186 2·65
68	161 21·9	13 14·47	2 29·01	68	171 50·25
69	145 23·0	12 16·40	2 34·87	69	154 59·1
69 3'	140 51·35	12 0·00	2 36·58	69 3'	150 14·15

Digitized by Google

die grösste Phase bei unter-Sonne sehen		Curve der Orte, welche das Ende der Finsterniss bei untergehender Sonne sehen			
Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ	Geographische Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ
7ʰ 57ᵐ38	2ʰ 58ᵐ18	52°	65°26′4	7ʰ 57ᵐ38	3ʰ 35ᵐ62
8 7·21	2 53·75	54	69 21·35	8 7·21	3 29·79
8 18·35	2 49·14	56	73 36·5	8 18·35	3 23·91
8 31·15	2 44·32	58	78 17·5	8 31·15	3 17·99
8 46·17	2 39·30	60	83 31·3	8 46·17	3 12·09
9 4·25	2 33·77	62	89 34·05	9 4·25	3 5·98
9 26·89	2 27·76	64	96 46·3	9 26·89	2 59·81
9 57·26	2 20·79	66	105 59·95	9 57·26	2 53·26
10 45·53	2 11·42	68	120 1·1	10 45·53	2 45·46
11 43·60	2 1·67	69	136 18·9	11 43·60	2 38·34
12 0·00	1 59·06	69 3′	140 51·35	12 0·00	2 36·58

Grenzcurven.

die grösste Phase bei auf-Sonne sehen		Curve der Orte, welche den Anfang der Finsterniss bei aufgehender Sonne sehen			
Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ	Geographische Breite φ	Östliche Länge von Paris λ	Wahre Zeit am Orte t	Wahre Pariser Zeit τ
17ʰ 34ᵐ51	0ʰ 43ᵐ06	16°10′	252°51′7	17ʰ 34ᵐ51	0ʰ 43ᵐ06
17 31·41	0 43·18	18	257 2·3	17 31·41	0 23·26
17 27·95	0 43·47	20	258 12·1	17 27·95	0 15·15
17 24·40	0 43·90	22	258 41·85	17 24·40	0 9·61
17 20·74	0 44·45	24	258 48·1	17 20·74	0 5·53
17 16·95	0 45·23	26	258 36·9	17 16·95	0 2·49
17 13·01	0 46·11	28	258 11·5	17 13·01	0 0·25
17 8·91	0 47·15	30	257 33·5	17 8·91	23 58·68
17 4·63	0 48·34	32	256 42·05	17 4·63	23 57·82
17 0·13	0 49·69	34	255 42·65	17 0·13	23 57·29
16 55·39	0 51·19	36	254 30·5	16 55·39	23 57·36
16 50·37	0 52·86	38	253 6·9	16 50·37	23 57·91
16 45·40	0 54·68	40	251 32·2	16 45·40	23 58·93
16 39·33	0 56·67	42	249 45·4	16 39·33	0 0·31
16 33·20	0 58·80	44	247 46·1	16 33·20	0 2·13
16 26·57	1 1·13	46	245 33·2	16 26·57	0 4·35
16 19·34	1 3·63	48	243 5·4	16 19·34	0 6·98
16 11·40	1 6·31	50	240 20·8	16 11·40	0 10·01
16 2·62	1 9·19	52	237 17·6	16 2·62	0 13·45
15 52·79	1 12·29	54	233 52·1	15 52·79	0 17·31
15 41·65	1 15·63	56	230 0·6	15 41·65	0 21·61
15 28·85	1 19·24	58	225 36·45	15 28·85	0 26·42
15 13·83	1 23·27	60	220 29·6	15 13·83	0 31·85
14 55·75	1 27·58	62	214 28·65	14 55·75	0 37·84
14 33·11	1 32·58	64	207 4·25	14 33·11	0 44·82
14 2·74	1 38·56	66	197 22·2	14 2·74	0 53·26
13 14·47	1 47·12	68	182 18·6	13 14·47	1 5·23
12 16·40	1 56·46	69	164 35·2	12 16·40	1 18·05
12 0·00	1 59·06	69 3′	159 36·95	12 0·00	1 21·54

Digitized by Google

Nachdem auf solche Weise die allgemeinen Erscheinungen der Finsterniss durch Rechnung bestimmt waren, wurden die Resultate derselben auf eine Karte getragen (s. Karte I), um das Gebiet der Finsterniss zu veranschaulichen und zu erfahren, für welche einzelnen Orte es von Interesse sein würde, die Erscheinung der Finsterniss besonders zu untersuchen. — Da der Schatten des Mondes fast nur die nördliche Hälfte der Erde bedeckt, — nur mit einem kleinen Theile greift er in Afrika über den Äquator hinüber — so wurde der Bequemlichkeit halber die Nord-Polar-Projection gewählt. Bei der Einzeichnung der Curven ergab sich nun zunächst folgendes Gebiet der totalen Finsterniss (s. Karte I): Der Kernschatten beginnt die Erde zu berühren etliche Meilen seewärts von der Westküste Nord-Amerika's, südlich von Vancouver-Island, mit seiner Süd-Grenze die Mündung des Columbia bei Astoria streifend; er überschreitet dann den Barbobs-See und die Rocky-Mountains, zieht durch das Gebiet der Schwarzfuss-Indianer, zwischen dem Winnipeg-See im Süden und dem durch den Churchill verbundenen Systeme von Seen im Norden, der Hudsons-Bay zu, in welche er bei der Mündung des Nelson am Fort York und Cap Talnam eintritt und die er, an Breite zunehmend, südlich der Musquito-Bay an der Portland-Spitze wieder verlässt, um durch Ost-Main und Nord-Labrador, dessen Nordspitze (Cap Chidley) gerade von der Schatten-Axe berührt wird, dem atlantischen Ocean sich zuzuwenden, zunächst die Davis-Strasse überschreitend und mit seiner Nordgrenze die äusserste Süd-Küste Grönlands zwischen dem Cap Farewell und Cap Statenhuk streifend. Nachdem der Schatten dann in südöstlicher Richtung den atlantischen Ocean durchzogen, nähert er sich dem europäischen Festlande im Golf von Biscaya, bedeckt von Frankreich nur den kleinen südwestlichsten Winkel zwischen der Mündung des Adour und den Pyrenäen; von Spanien hingegen, welches derselbe in einer durchschnittlichen Breite von 28 geographischen Meilen durchzieht, sehen ganz oder theilweise die Provinzen Asturia, Burgos, Biscaya Navarra, Soria, Arragon, Catalonien und Valencia die Sonne gänzlich verfinstert. Verfolgen wir hier das Gebiet der totalen Finsterniss etwas genauer (s. Karte II), so zeigt sich, dass die nördliche Grenze des Kernschattens die französische Küste zwischen Bayonne und St. Jean de Luz schneidet, die Pyrenäen südöstlich von den Gipfeln des Pic du Midi und Mont Perdu überschreitet und dann, ohne Orte

Digitized by Google

von Bedeutung zu berühren, die catalonische Küste nördlich von Tarragona verlässt. Die südliche Grenze der Zone hingegen betritt, am Cap de Peñas nordöstlich vorbeiziehend, bei Villa Viciosa den spanischen Boden, zieht auf ihrem Wege über die Städte Burgos und Teruel und tritt nördlich von Valencia zwischen den Mündungen der Küstenflüsse Palancia und Mijares in das mittelländische Meer. Endlich die Linie der centralen Finsterniss schneidet bei dem Cap de Quejo ein, geht über Santoña, zieht eine Meile südwestlich von Zaragoza vorüber und tritt südlich von der Ebro-Mündung im Puerto de los Alfaques wieder aus. — Nachdem nun der Schatten auf seinem Wege durch das mittelländische Meer mit seiner Nordgrenze die Nordostküste von Mallorca in dem Cap Formentor und Cap de Pera, mit seiner Südgrenze die Insel Iviza in der P.ª del Aguila streift, betritt er Afrika in der Algier'schen Küste zwischen Algier und Bona, von beiden Städten mehrere Meilen entfernt, bedeckt hingegen Bugia und Constantine, überschreitet in Tunis den Lowdejah-See, verfinstert an seiner Nordgrenze einen Theil der kleinen Syrte, durchzieht Tripolis zwischen der Hauptstadt und Gadames, wendet sich über den nordöstlichen Theil von Fezzan der lybischen Wüste und der Oase Selimeh zu, überschreitet in Nubien zweimal den Nil, berührt im Süden Neu-Dongola und verlässt die Erde in Senaar an der Küste des arabischen Meerbusens, nördlich von Arkiko vor der Insel Dahlak.

Da die Erde in den Halbschatten des Mondes nicht ganz hineintritt, so fällt die nördliche Finsterniss-Grenze fort und das Gebiet der Finsterniss wird ausser von der südlichen Grenze des Halbschattens, d. h. der Curve, welche diejenigen Orte auf der Erde verbindet, welche die äussere Ränderberührung, und zwar die des Nordrandes der Sonne, als Maximum der Finsterniss sehen, von jener ∞förmigen Curve, welche Bessel die 0-Curve genannt hat, eingeschlossen. Was zunächst jene Südgrenze der Finsterniss betrifft, so geht sie in dem Punkte ($\varphi = 16°10'$; $\lambda = 252°51'7$), welcher die Ränderberührung als grösste Phase der Finsterniss im Horizonte bei aufgehender Sonne sieht, von der West-Curve aus, betritt alsbald nördlich von Acapulco den Boden von Mexico, berührt Puebla, verlässt bei Veracruz das Festland von Amerika wieder, zieht durch die Campeche-Bay, streift die Nordküste der Halbinsel Yucatan am Cap Catoche, zieht nördlich von Cuba, dicht bei Havanna vorüber, über Guanahani, erreicht alsbald ihr Maximum der nördlichen Breite, schneidet unter

Digitized by Google

dem 320. Grade der Länge den Wendekreis des Krebses, zieht durch die Gruppe der Cap-Verdischen Inseln der Küste Sierra Leone zu, welcher sie sich auf wenige Meilen nähert, durchschneidet den Busen von Guinea, betritt an der Mündung des Longa-Flusses bei Alt-Benguela afrikanischen Boden und wendet sich nördlich von Bailando über Canjungo ihrem Endpunkte in der Ost-Curve zu, nämlich demjenigen ($\varphi = -14^\circ 22'$; $\lambda = 20^\circ 50'62$), welcher die Ränderberührung als Maximum der Finsterniss bei untergehender Sonne sieht.

Die 0-Curve endlich, welche das Schatten-Gebiet nach Westen, Norden und Osten begrenzt, besteht aus zwei zusammenhängenden Theilen, nämlich aus der Verbindungslinie derjenigen Orte, welche das Ende der Finsterniss im Horizonte sehen, und aus der Curve der Orte, denen der Anfang derselben im Horizonte erscheint. Beide durchschneiden sich in einem Punkte, der also ein Doppelpunkt der 0-Curve ist, und gehen in einander über in jenen zwei schon erwähnten Punkten, welche die 0-Curve mit der südlichen Grenz-Curve der Finsterniss gemein hat. Die Lage des Doppelpunktes findet man durch Interpolation in beiden Curven folgender Art: $\varphi = 68^\circ 43'5$; $\lambda = 149^\circ 47'5$; also in Sibirien zwischen der Indigirska und Alazeja, unmittelbar nördlich von dem östlicheren der beiden kleinen Seen, aus denen der letztere Fluss entspringt. — Man überzeugt sich auch bald, dass von den beiden durch Hansen unterschiedenen Fällen (s. „Astronomische Nachrichten", Band XV, Nr. 431, p. 69) der erstere bei unserer Finsterniss statthat; denn von der Curve, welche den Anfang der Finsterniss im Horizonte sieht, ist nur derjenige Theil wahre und zwar östliche Grenz-Curve, welcher von dem Ausgangspunkte in der Süd-Curve bis zum nördlichsten Grenz-Parallel (69° 3') reicht, auf welchem Zweige nämlich der Anfang der Finsterniss bei untergehender Sonne gesehen wird; auf dem andern Zweige aber, welcher sich von diesem Punkte des Grenz-Parallels ($\varphi = 69^\circ 3'$; $\lambda = 159^\circ 36'95$), in welchem die Sonne im Mitternachtspunkte des Horizontes erscheint, bis zu dem West-Ende der Süd-Curve erstreckt, wird der Anfang der Finsterniss bei aufgehender Sonne gesehen.

Ebenso zerfällt die Curve, welche das Ende der Finsterniss im Horizonte sieht, in zwei Theile, erstens in die wahre West-Grenze der Finsterniss vom West-Punkte der Süd-Curve an bis zum Grenz-

Digitized by Google

Parallele ($\varphi = 69° 3'$; $\lambda = 140° 51'35$), auf welchem Theile das Ende der Finsterniss bei aufgehender Sonne gesehen wird, und in den anderen, in das Gebiet des Schattens fallenden Theil, von eben diesem Punkte an bis zum Ost-Ende der Süd-Curve. Da nun aber der oben bestimmte Doppelpunkt sowohl auf der einen als der andern Curve in demjenigen ihrer Theile liegt, welcher wahre Grenz-Curve ist, so begrenzt die 0-Curve das Schattengebiet vollständig, nicht nur nach Osten und Westen, sondern auch nach Norden zu; in jenem Doppelpunkte aber wird der Anfang der Finsterniss bei untergehender, das Ende derselben an dem darauf folgenden Morgen bei aufgehender Sonne gesehen. — Trägt man nun die vier Äste der 0-Curve auf der Karte ein, so findet man folgenden Weg zunächst für die West-Grenze der Finsterniss: Sie zieht von dem West-Ende der Süd-Grenze in nordwestlicher Richtung über die Insel-Gruppe de Revilla Gigedo der West-Küste Amerika's fast parallel streichend durch den stillen Ocean, zwischen der Tscherikow- und Trinity-Insel hindurch, überschreitet die Halbinsel Alaschka, den Busen Kamischatskaja, streift die Südwest-Küste von Russisch-Nordamerika, die sie am Cap Rumianzoff verlässt, berührt auf ihrem Wege durch das Behrings-Meer die Insel St Laurentius, geht durch den Anadyr-Busen, betritt in der Tschuktschen Halbinsel asiatischen Boden, zieht über den Iwaschka-See, übersetzt nahe an ihrer Mündung die Kolyma sammt ihren Zuflüssen, kreuzt sich im erwähnten Doppelpunkte mit der Ost-Curve und erreicht nach Übersetzung der Indigirska bald ihren nördlichsten Punkt nahe bei der Quelle des Birtulakh-Flusses. Von hier an hört sie auf, Grenz-Curve zu sein, überschreitet bei Sitkinska die Lena, bei Saganska den Olonek, bei Podgameno-Tunguska und Miskulina zweimal den Jenisey, südlich von Omsk den Irtysch, zieht über Constantina und Tschernaia der Kirgisen-Steppe zu, durchschneidet den Aral-See an seiner nordwestlichen Spitze, betritt in der Kenderlinsk-Bay das Caspische Meer, schneidet das Vorgebirge bei Baku, berührt Ardebil, den Urmia-See, überschreitet den Euphrat und Tigris, letzteren bei Anah, durchzieht die Syrische Wüste, betritt bei Calaat das rothe Meer, übersetzt zwischen Girgeh und Assuan den Nil, durchschneidet bei Selimeh die Zone der Totalität, zieht westlich von Darfur vorbei über Mungari, überschreitet östlich von S. Salvador den Zaire-Fluss, bei Pedra den Coanzo und vereinigt sich unweit Cubango im Ost-Ende der Süd-Curve zugleich

Digitized by Google

mit der wahren Ost-Grenze. — Verfolgen wir diese in ihrer nordöstlichen Richtung, so überschreitet sie zunächst den Zambeze-Fluss, durchzieht die Küste von Zanguebar, bei Jubo unter dem Äquator dem Meere am nächsten tretend, und die Küste Ajan; verlässt bei dem Cap Guardafui Afrika, durchzieht den Busen von Aden, betritt beim Cap Merbat Arabien, das sie bei Kalhat verlässt, um durch die Strasse von Ormus Beludschistan zu erreichen; sie durchzieht alsdann Afghanistan zwischen Kandahar und Kabul, übersteigt den Hindukusch, begleitet westlich den Belur Tagh, berührt fast das West-Ende des Balkasch-See's, übersetzt den oberen Irtysch, den Teletzkoi-See, den Jenisey bei Krasnojarsk, den Olenek bei Alikit, die Lena nördlich von Schigansk, erreicht jenseits der Indigirska den Doppelpunkt und berührt bald darauf an der Mündung der Kolyma, nördlich von Nischne-Kolymsk den Grenz-Parallel. Von hier an also in das Gebiet des Schattens tretend, durchzieht die Curve den Tschaun-Busen, dann die Kolytschinskaja-Bay und erreicht jenseits der Behrings-Strasse am Cap Espenberg unter dem Polar-Kreise amerikanischen Boden. Sie durchzieht dann das russische Amerika, nähert sich am St. Elias-Berge der Küste von Neu-Norfolk, durchzieht Neu-Caledonien, begleitet dann nach Überschreitung des oberen Columbia-Flusses die Rocky Mountains an ihrem West-Abhange, zugleich die Zone der totalen Finsterniss durchschneidend, übersteigt die Sierra Verde, begleitet den oberen Rio Grande del Norte bis Santa Fé, übersetzt ihn dann nahe an seiner Mündung, berührt bei Neu-Santander und Tampico die Küste, zieht westlich an der Stadt Mexico vorbei und vereinigt sich unweit der Küste des stillen Oceans im Ost-Ende der Süd-Curve mit der wahren West-Grenze, deren Verlauf wir schon beschrieben haben.

Nachdem nun also die allgemeinen Erscheinungen unserer Finsterniss durch Rechnung ermittelt und durch Zeichnung dargestellt waren, wurde dazu geschritten, für solche Orte, welche in die Zone der Totalität fallen, die Erscheinung der Finsterniss, d. h. die Zeit des Anfanges und Endes, sowohl der partiellen als totalen Finsterniss und die der grössten Phase, so wie die Grösse dieser letzteren und die Punkte des Sonnenrandes, in welchen die Berührungen stattfinden, besonders zu berechnen. Es ist aus der Karte sogleich ersichtlich, dass ein grosser Theil der der totalen Finsterniss angehörigen Zone für die Beobachtung verloren geht, einestheils, weil

Digitized by Google

sie wie in Nord-Amerika zu nördlich gelegene und wenig bewohnte Länder durchzieht, dann weil sie zum grossen Theile dem offenen Ocean angehört und endlich in Afrika, wo sie meist Wüsten oder doch uncivilisirte Länder bedeckt; es blieben also hauptsächlich nur Spanien und Algier zu berücksichtigen. — Da bei der Auswahl der Orte der praktische Zweck massgebend war, die Erscheinungen für solche Orte genauer vorherzubestimmen, an welchen ihre Beobachtung möglich und wahrscheinlich, und anderseits zweckdienlich wäre, so wurden namentlich die Küsten-Orte berücksichtigt, was übrigens auch schon dadurch geboten war, dass im Innern sowohl von Spanien als Algier nur wenig verlässliche Ortsbestimmungen existiren. — Auch bei diesen Rechnungen wurde wieder als die bequemste die Gauss'sche indirecte Methode angewandt und die Zeiten bis auf Hundertstel Minuten angegeben; es genügte meist eine zweimalige Annäherung, um Resultate zu erhalten, deren Fehlergrenze $^1/_{10}$ Zeit-Minute nicht übersteigt. Wegen des wenig dichten Netzes der Ortsbestimmungen in den betreffenden Ländern war die Littrow'sche Methode, aus den Resultaten für drei Orte vermittelst der Differenzen für andere nahe gelegene die Zeiten zu bestimmen (s. Littrow, „Vorlesungen über Astronomie", 1. Theil, p. 306), bei dieser Finsterniss nicht wohl anzuwenden, weil die Dreiecke zu ausgedehnt hätten genommen werden müssen, wodurch die Resultate über eine Minute unsicher geworden wären.

Als Quelle der geographischen Positionen diente das „Verzeichniss geographischer Ortsbestimmungen von C. L. v. Littrow" (nur für Zaragoza wurde die Ortsbestimmung aus den „Positions géographiques" von Coulier entnommen); in demselben fand ich als geeignet für die Berechnung in Brittisch-Amerika nur zwei Positionen, in Frankreich eben so viel, in Spanien 24 und in Algier 7. Die Resultate der betreffenden Rechnungen sind in folgendem Verzeichnisse zusammengestellt, in welchem sämmtliche Zeiten, wie überall in dieser Arbeit, als wahre zu verstehen sind und die Winkel welche unter den Rubriken: „Ort des Eintritts oder Austritts am Sonnenrande" angegeben sind, vom Nordpunkte der Sonnenscheibe nach Osten zu gezählt werden müssen.

Digitized by Google

Ort und Land	Frankreich	
	Bayonne (Kathedrale)	S. Jean de Luz
Geographische Breite	40°29'29"	43°23'22"
Östliche Länge von Paris	— 3 48 57	— 4 0 5
Anfang der Finsterniss: Pariser Zeit	1h 49m72	1h 49m62
Anfang der Finsterniss: Orts-Zeit	1 34·45	1 33·61
Anfang der Finsterniss: Ort des Eintritts am Sonnenrande	295°31'7	295°48'0
Anfang der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	—	3h 3m73
Anfang der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	—	2 47·72
Anfang der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung am Sonnenrande	—	121°7'3
Grösste Phase: Pariser Zeit	3h 4m98	3h 4m94
Grösste Phase: Orts-Zeit	2 49·71	2 48·93
Grösste Phase: Grösse der Phase in Zollen	11·99	12·04
Ende der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	—	3h 5m59
Ende der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	—	2 49·58
Ende der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung am Sonnenrande	—	184°59·2
Ende der Finsterniss: Pariser Zeit	4h 12m71	4h 12m84
Ende der Finsterniss: Orts-Zeit	3 57·44	3 56·84
Ende der Finsterniss: Ort d. Austritts am Sonnenrande	118°0'9	117°47'5
Dauer der Finsterniss überhaupt	2h 22m99	2h 23m22
Dauer der totalen Finsterniss	—	1·86

Ort und Land	Spa-	
	Santoña (Bergspitze)	Santander (Damm)
Geographische Breite	43°27'32"	43°27'52"
Östliche Länge von Paris	— 5 47 17	— 6 8 3
Anfang der Finsterniss: Pariser Zeit	1h 46m97	1h 46m60
Anfang der Finsterniss: Orts-Zeit	1 23·81	1 22·06
Anfang der Finsterniss: Ort des Eintritts am Sonnenrande	297° 0'0	297°14'1
Anfang der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 1m03	3h 0m72
Anfang der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	2 37·88	2 36·18
Anfang der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	60°45'2	50°29'9
Grösste Phase: Pariser Zeit	3h 2m81	3h 2m39
Grösste Phase: Orts-Zeit	2 39·66	2 37·86
Grösste Phase: Grösse der Phase in Zollen	12·29	12·20
Ende der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 4m61	3h 4m22
Ende der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	2 41·46	2 39·68
Ende der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	243°15'3	255°32'5
Ende der Finsterniss: Pariser Zeit	4h 11m83	4h 11m64
Ende der Finsterniss: Orts-Zeit	3 48·68	3 47·11
Ende der Finsterniss: Ort des Austritts am Sonnenrande	116°38'3	116°24'1
Dauer der Finsterniss überhaupt	2h 24m86	2h 25m04
Dauer der totalen Finsterniss	3·58	3·50

Digitized by Google

S p a n i e n				
Fuenterabia	Los Passages (Hafen)	S. Sebastian (Leuchtthurm)	C. Machichaco	Portogalete
43°21'47" — 4 7 45	43°20'16" — 4 16 8	43°19'17" — 4 20 52	43°28' 0" — 5 9 31	43°20'10" — 5 23 3
1h 49m49 1 32·97 295°55'9	1h 49m32 1 32·25 296°3'5	1h 49m24 1 31·85 296° 8'4	1h 47m85 1 27·22 296°32'8	1h 47m74 1 26·21 296°53'3
3h 3m45 2 46·93 112°14'8	3h 3m19 2 46·12 105°14'0	3h 3m13 2 45·74 101°18'7	3h 1m72 2 41·09 80°14'6	3h 1m67 2 40·14 67°35'2
3h 4m85 2 48·33 12·07	3h 4m72 2 47·64 12·10	3h 4m75 2 47·34 12·11	3h 3m52 2 42·89 12·21	3h 3m47 2 41·93 12·28
3h 5m74 2 49·22 193°29'1	3h 5m81 2 48·74 200°49'2	3h 5m92 2 48·53 204°42'4	3h 5m12 2 44·48 225°48'0	3h 5m22 2 43·68 238°23'3
4h 12m82 3 56·31 117°41'7	4h 12m80 3 55·73 117°34'1	4h 12m80 3 55·41 117°30'0	4h 12m13 3 51·50 117° 4'9	4h 12m26 3 50·72 116°48'5
2h 23m33 2·29	2h 23m48 2·62	2h 23m56 2·79	2h 24m28 3·40	2h 24m52 3·55

n i e n				
S. Vincentede la Barguera	Cap de Peñas	Bilbao (Kirche St. Nicol)	Pamplona	Zaragoza
43°24'34" — 6 44 57	43°42' 0" — 8 8 13	43°15'47" — 5 16 37	42°49'57" — 4 1 30	41°47'0" — 3 3
1h 45m66 1 18·66 297°44'7	1h 43m16 1 10·61 298°20'2	1h 48m02 1 26·91 296°53'1	1h 50m49 1 34·39 296°31'4	1h 53m60 1 41·40 297°6'0
3h 0m48 2 33·49 27°23'5	— — —	3h 1m91 2 40·80 67°44'4	3h 4m08 2 47·98 88°20'7	3h 6m80 2 54·60 73°15'0
3h 1m75 2 34·75 12·13	2h 59m58 2 27·03 11·97	3h 3m71 2 42·60 12·28	3h 5m81 2 49·71 12·17	3h 8m56 2 56·36 12·27
3h 3m42 2 36·43 278°27·0	— — —	3h 5m46 2 44·35 238°13'1	3h 7m25 2 51·15 217°31'5	3h 10m20 2 58·00 232°11'9
4h 11m38 3 44·38 115°55'9	4h 10m01 3 37·46 115°13'7	4h 12m47 3 51·36 116°48'9	4h 13m87 3 57·77 117°18'4	4h 16m27 4 4·07 117°3'0
2h 25m72 2·94	2h 26m85 —	2h 24m45 3·55	2h 23m38 3·17	2h 22m67 3·4

Digitized by Google

Ort und Land	Spa- Tarragona	Reus
Geographische Breite	41°8' 50"	41° 9'30"
Östliche Länge von Paris	— 1 4 45	— 1 10 37
Anfang der Finsterniss: Pariser Zeit	1h 57m37	1h 57m22
Anfang der Finsterniss: Orts-Zeit	1 53·05	1 52·51
Anfang der Finsterniss: Ort d. Eintritts am Sonnenrande	296°23'6	296°26'1
Anfang der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 10m36	3h 10m16
Anfang der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 6·04	3 5·45
Anfang der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	115°17'4	111°12'1
Grösste Phase: Pariser Zeit	3h 11m66	3h 11m54
Grösste Phase: Orts-Zeit	3 7·34	3 6·83
Grösste Phase: Grösse der Phase in Zollen	12·06	12·07
Ende der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 12m44	3h 12m43
Ende der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 8·12	3 7·72
Ende der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	190°12'7	194°16'6
Ende der Finsterniss: Pariser Zeit	4h 18m24	4h 18m19
Ende der Finsterniss: Orts-Zeit	4 13·92	4 13·48
Ende der Finsterniss: Ort d. Austritts a. Sonnenrande	117°50'4	117°48'1
Dauer der Finsterniss überhaupt	2h 20m87	2h 20m97
Dauer der totalen Finsterniss	2·08	2·27

Ort und Land	Spa- Iviza (Schloss)	J. Formentera
Geographische Breite	38°54'21"	38°39'56"
Östliche Länge von Paris	— 0 53 47	— 0 48 10
Anfang der Finsterniss: Pariser Zeit	2h 1m54	2h 2m10
Anfang der Finsterniss: Orts-Zeit	1 57·95	1 58·89
Anfang der Finsterniss: Ort d. Eintritts a. Sonnenrande	298°54'6	299°13'2
Anfang der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 14m59	3h 15m22
Anfang der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 11·01	3 12·01
Anfang der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	13°40'5	356° 8'3
Grösste Phase: Pariser Zeit	3h 15m46	3h 15m89
Grösste Phase: Orts-Zeit	3 11·87	3 12·68
Grösste Phase: Grösse der Phase in Zollen	12·07	12·03
Ende der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 16m84	3h 17m06
Ende der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 13·26	3 13·85
Ende der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung a. Sonnenrande	291°3'0	303°36'9
Ende der Finsterniss: Pariser Zeit	4h 22m38	4h 22m84
Ende der Finsterniss: Orts-Zeit	4 18·79	4 19·63
Ende der Finsterniss: Ort d. Austritts am Sonnenrande	116°4'04	115°50'6
Dauer der Finsterniss überhaupt	2h 20m84	2h 20m74
Dauer der totalen Finsterniss	2·25	1·84

Digitized by Google

n l e n				
Balaguer (Castell)	Tortosa (Kathedrale)	Peniscola	Oropesa	Burgos (grosser Platz)
40°59'40"	40°48'46"	40°23' 0"	40° 5'15"	42°20'28"
— 1 19 50	— 1 47 15	— 1 52 37	— 2 4 22	— 6 2 49
1h 57m29	1h 56m98	1h 57m61	1h 57m86	1h 48m60
1 51·97	1 49·83	1 50·10	1 49·57	1 24·42
296°46'9	297°21'15	297°57'4	298°28'6	298°39'1
3h 10m01	3h 9m71	3h 10m45	3h 11m05	—
3 4·69	3 2·56	3 2·94	3 2·76	—
95°22'3	71°52'8	50°39'9	30°21'5	—
3h 11m65	3h 11m47	3h 12m07	3h 12m34	3h 4m27
3 6·33	3 4·32	3 4·56	3 4·05	2 40·08
12·14	12·25	12·24	12·14	11·99
3h 12m92	3h 13m11	3h 13m82	3h 13m98	—
3 7·60	3 5·96	3 6·31	3 5·69	—
210° 3'5	233°24'8	254°27'8	274°37'7	—
4h 18m46	4h 18m59	4h 19m33	4h 19m79	4h 13m75
4 13·14	4 11·44	4 11·82	4 11·50	3 49·56
117°35'1	117° 4'0	116°37'7	116°14'1	115°28'4
2h 21m17	2h 21m61	2h 21m72	2h 21m93	2h 25m15
2·91	3·4	3·37	2·93	—

n l e n			A l g i e r	
Palma (J. Majorca)	Madrid (gr. Platz)	Cadix (neues Observat.)	Algier (Fanal)	C. Dellys od. Tedeles
39°34' 4"	40°24'57"	36°27'45"	36°47'20"	36°54'20"
+ 0 18 12	— 6 2 15	— 8 32 15	+ 0 44 10	+ 1 54 0
2h 1m96	1h 51m73	1h 55m62	2h 7m54	2h 8m79
2 3·17	1 27·58	1 21·47	2 10·49	2 16·39
297°13'2	301° 8'8	308°28'2	300°14'3	299° 6'8
3h 13m92	—	—	—	3h 20m34
3 15·13	—	—	—	3 27·94
86°42'3	—	—	—	21°44'1
3h 15m59	3h 7m31	3h 10m21	3h 20m46	3h 21m37
3 16·80	2 43·16	2 36·06	3 23·41	3 28·97
12·17	11·54	10·12	11·87	12·10
3h 16m99	—	—	—	3h 22m84
3 18·20	—	—	—	3 30·44
218°25'5	—	—	—	282°49'8
4h 21m59	4h 17m23	4h 22m32	4h 26m64	4h 26m80
4 22·80	3 53·08	3 48·17	4 29·59	4 34·40
117°23'7	113°44'2	108° 4'0	115°11'8	116° 6·2
2h 19m63	2h 25m50	2h 26m70	2h 19m10	2h 18m01
3·07	—	—	—	2·5

Digitized by Google

Ort und Land	A l - C. Carbon (Spitze)	Bugia (Goureya)
Geographische Breite	36°49' 0"	36°46'34"
Östliche Länge von Paris	+ 2 49 40	+ 2 44 36
Anfang der Finsterniss: Pariser Zeit	2h 10m10	2h 10m07
Anfang der Finsterniss: Orts-Zeit	2 21·41	2 21·05
Anfang der Finsterniss: Ort d. Eintritts am Sonnenrande	298°29'8	298°33'3
Anfang der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 20m81	3h 20m85
Anfang der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 32·12	3 31·83
Anfang der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung am Sonnenrande	51°47'1	47° 6'1
Grösste Phase: Pariser Zeit	3h 22m35	3h 22m34
Grösste Phase: Orts-Zeit	3 33·66	3 33·32
Grösste Phase: Grösse der Phase in Zollen	12·24	12·22
Ende der totalen Finsterniss: Pariser Zeit	3h 24m01	3h 24m00
Ende der totalen Finsterniss: Orts-Zeit	3 35·32	3 34·98
Ende der totalen Finsterniss: Ort d. Berührung am Sonnenrande	252°56'1	257°35'0
Ende der Finsterniss: Pariser Zeit	4h 27m20	4h 27m25
Ende der Finsterniss: Orts-Zeit	4 38·51	4 38·23
Ende der Finsterniss: Ort d. Austritts am Sonnenrande	116°36'3	116°33'3
Dauer der Finsterniss überhaupt	2h 17m10	2h 17m18
Dauer der totalen Finsterniss	3·2	3 15

Es finden sich in diesem Verzeichnisse sechs Orte, welche ausserhalb der Zone der Totalität liegen, darunter nahe am Rande derselben Bayonne, Cap de Peñas, Burgos und Algier, für welche die Rechnung geführt wurde, um die oben gegebene Bestimmung der Grenzen der Zone im Einzelnen zu controliren, und Madrid und Cadix, weil es angezeigt schien, für diese beiden Sternwarten in Spanien die Erscheinungen ebenfalls vorher zu bestimmen. Es ergibt sich aus diesen Resultaten, dass in Spanien die Beobachtung der Finsterniss besonders an der Nordküste gerathen scheint, weil hier die Erscheinung durchschnittlich zwei bis drei Minuten länger währt als an der Südküste; als besonders geeignet erscheinen die Orte Santoña, Zaragoza und Tortosa, als der Linie der centralen Finsterniss am nächsten gelegen. In Algier wären wohl am geeignetsten die Städte Bugia und Jigeli und in Amerika York Factory.

Da die Anzahl der Positionen, für welche die Erscheinung auf solche Weise genau berechnet ist, in Spanien sowohl als namentlich in Amerika nicht gross ist, so habe ich, um den Beobachtern an anderen Orten eine genügende Vorausbestimmung der Zeit-Momente

Digitized by Google

g l e r			Britt. Nord-Amerika	
Jigeli (Moschee)	Constantine (Casbah)	C. Bugaroni (Nord-Spitze)	Cumberland House	York Factory
36°49'54"	36°22'21"	37° 6'35"	53°56'40"	57° 0' 3"
+ 3 24 23	+ 4 16 36	+ 4 8 0	255 22 55	265 13 36
2h 10m78	2h 12m65	2h 11m16	0h 9m93	0h 13m29
2 24·40	2 29·76	2 27·69	17 11·45	17 54·20
297°55'3	297°44'1	296°59'5	281° 8'4	281°22'0
3h 21m19	3h 22m68	3h 21m77	1h 5m71	1h 11m76
3 34·82	3 39·79	3 38·20	18 7·24	18 52·67
71°42'2	81° 6'2	114°12'3	50° 0'9	86°56'7
3h 22m85	3h 24m30	3h 23m01	1h 6m83	1h 13m06
3 36·47	3 41·41	3 39·54	18 8·36	18 53·96
12·24	12·20	12·06	12·13	12·22
3h 24m39	3h 25m71	3h 23m76	1h 7m83	1h 14m38
3 38·02	3 42·82	3 40·29	18 9·36	18 55·29
233° 7'5	223°47'0	190°40'6	288°17'0	248°56'0
4h 27m32	4h 27m87	4h 26m99	2h 7m89	2h 17m16
4 40·94	4 44·98	4 43·52	19 9·42	19 58·07
117° 3'6	117° 8'9	117°47'1	100°52'8	103° 0'4
2h 16m54	2h 15m22	2h 15m83	1h 57m96	2h 3m87
3·2	3·03	1·99	2·12	2·62

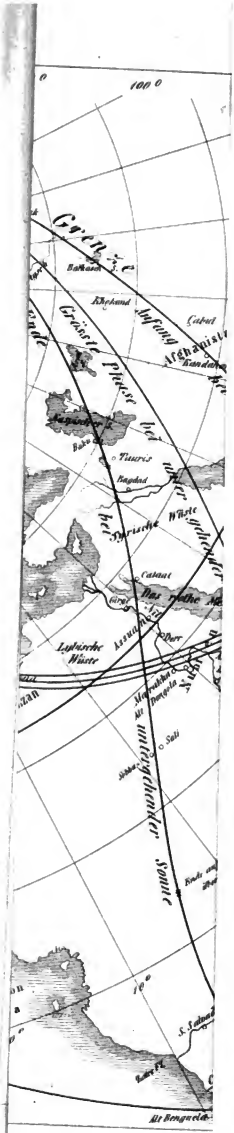
zu ermöglichen, ohne die immerhin namentlich für Nicht-Astronomen umständliche Rechnung machen zu müssen, für jene beiden Länder Specialkarten entworfen und mit drei Systemen isochronischer Linien für Anfang, Mitte und Ende der Finsterniss versehen, welche mit einer den übrigen Rechnungen entsprechenden Genauigkeit berechnet wurden. Auf diese Weise werden die Karten dazu dienen, nicht nur für einen bestimmten Ort zu zeigen, ob die Finsterniss total werden wird, sondern auch für jeden Ort die Zeiten der äussern und innern Ränderberührungen genau genug vorher zu bestimmen. Die Erklärung des Gebrauchs der isochronischen Linien ist den Karten selbst beigefügt worden, damit diese ein unabhängiges Hilfsmittel der Beobachtung seien.

Möge also diese Finsterniss im Jahre 1860 recht allseitig und genau beobachtet werden, da die nächste im Jahre 1861 zwar in Griechenland total gesehen werden kann, aber zu einer für die Beobachtung weit ungünstigeren Jahreszeit, nämlich im December eintritt und dasselbe für die nächstfolgende für einen grössern Theil Europa's totale Finsterniss vom Jahre 1870 gilt.

(Hirsch.)

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Taf. III.

17h 40m
26 0°
26 5°
55°
Sand S.
Nelson Pl.
Yuchs Pl.
Knie S.
Gottes S.
Fact. Severn
Fact. Albany
Winnipeg See

Digitized by Google